連載 オーディオ計測の散歩道

定電流型アンプではスピーカはどう動くのか

②バースト入力での応答

■小倉幸一■

マイク出力の違い

先月号に続けて今度はスピーカ負荷でのマイク出力＝音圧を見てみます．波形に注目したいので，マイク出力がほぼ均一になるようにアンプ入力を微調整しました（**第1，2図**）．

(A) 1：1 kHz
2：3 kHz
3：10 kHz
1 a：1 kHz 時間軸拡大
2 a：3 kHz 時間軸拡大
3 a：10 kHz 時間軸拡大

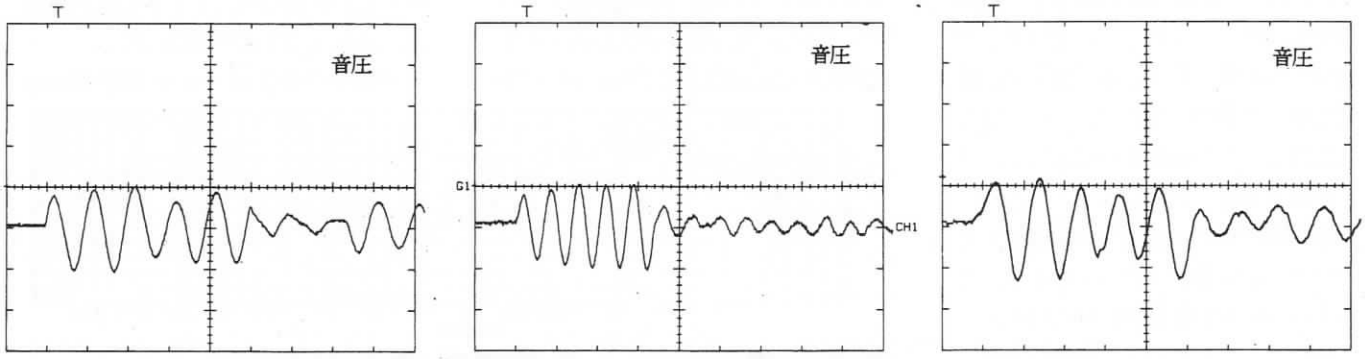
(B) 1 a：1 kHz 時間軸拡大
2 a：3 kHz 時間軸拡大
3 a：10 kHz 時間軸拡大

定電流型(A)での 1 a～3 a と定電圧型(B)での 1 a～3 a 波形の比較は，重ねて見る目視法でやってみると，いずれも 10%くらいずつ前者の方が大きくなっています．両者が等しい音響出力であることを確かめるのに，残響部分が同じ大きさであることをみきわめ，その上で 5 波部分を比較したのです．ところで肝心なのを忘れていました．f_0＝72.5 Hz での電圧，電流，マイク，コーンの動きを観察することです．

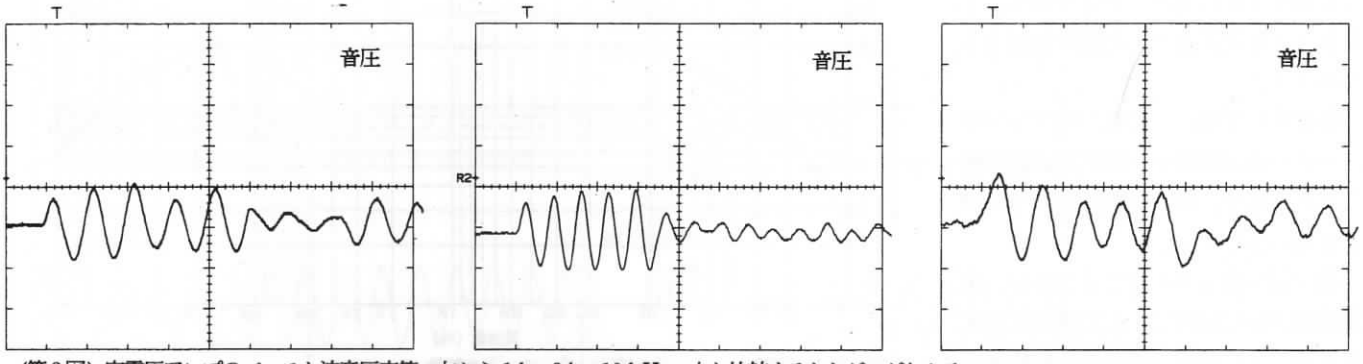
第3図～第5図を見てください．定電流型アンプでスピーカ電流との対比を見たものです．

定電流型(A)での出力電流は相変わらずきれいで，理想的波形をしています．この電流でドライブされるコーンの動きは，センター・キャップに張り付けた反射紙（4 mm 角メッキ紙で表面粗さ実測ずみのもの）にレーザー光をあてて，その距離の変化で変位を見るものです．ちなみに，A/D コンバータのサンプリング周波数は 50 kHz です．

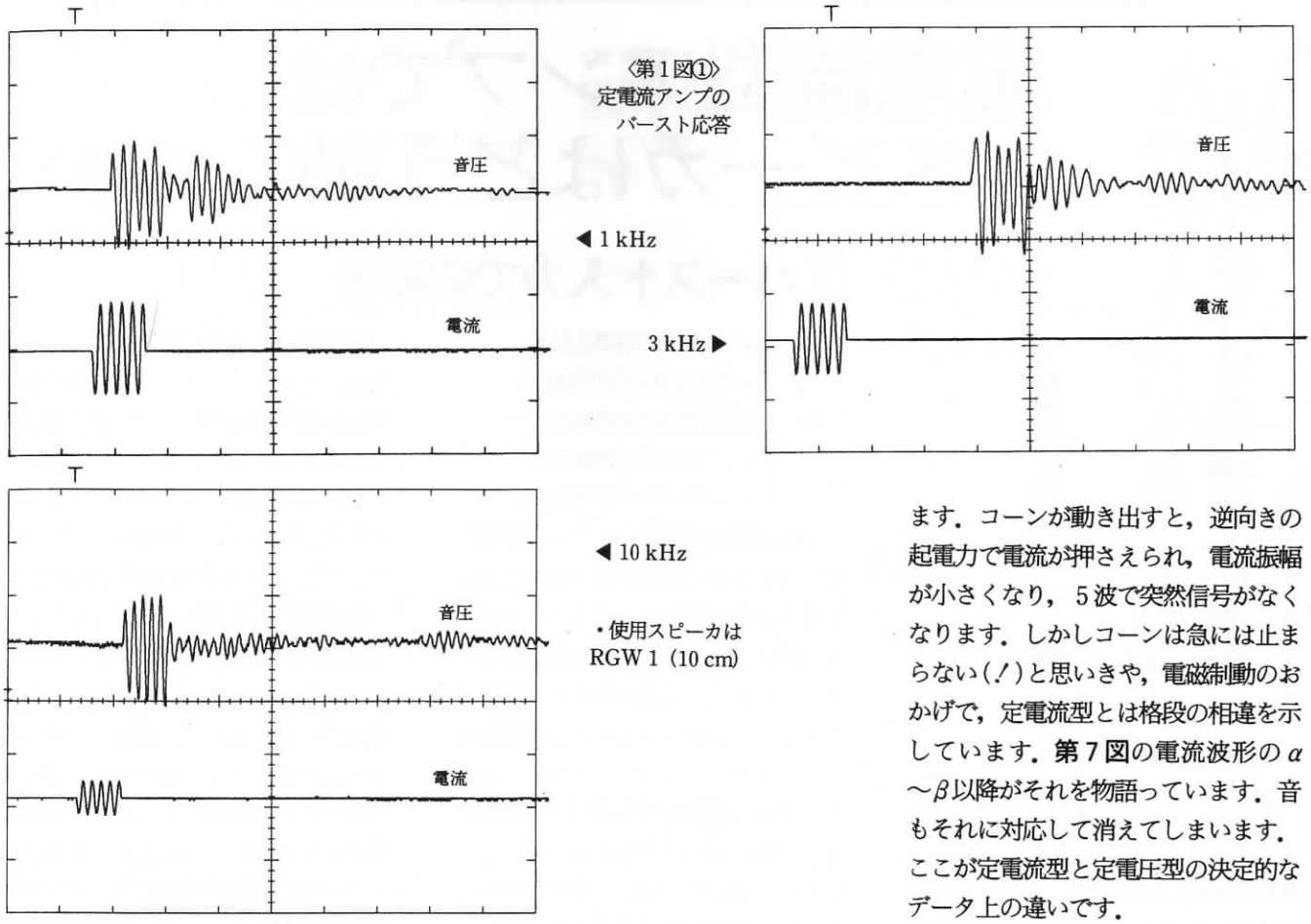
第4図に測定結果を示しました．第3図の出力電圧，電流によるパワーでコーン動かされるわけですから，その電流が一定であれば，電圧のパターンと相似の動きをするはずです．**第4図**はまさにその証明です．ただ，電流波形が5波で終わってしまった後はスピーカの自由振動の時間です．アンプの内部抵抗が大きいので，電磁制動がかかりません．コーンはのびのびと減衰振動をしています．また立ち上がり時点では，逆起電力による反抗と質量からくる反応性の悪さから急には動けない，そんな状態が現われています．実



〈第1図②〉定電流アンプのバースト波音圧応答．左から 1 k，3 k，10 kHz．第1図①の時間軸を拡大したもの



〈第2図〉定電圧アンプのバースト波音圧応答．左から 1 k，3 k，10 kHz．上と比較するとちがいがわかる



〈第1図①〉
定電流アンプの
バースト応答

際に図を重ねてみると，レーザーの方が少しおくれています．これはコーンの運動のおくれと，さらにごく微少ではありますが，レーザー変位計の立ち上がりおくれとによるものです．

つぎに，このコーンの動きで空気が振動し，音となったところをマイクで拾ってみます．もっとも“音”とは聴覚で感じた時点で音になる……なんて堅苦しいことは後まわしにして，マイク出力を見てみましょう．

第5図の波形も全体的には前図とそのパターンは変わっていませんが，立ち上がり部分に相違点が見られます．これはバースト波特有の現象ですが，この現象を気に止めておきながら，とりあえず定電圧型でも同様な比較をしてみます．

結果を示す前に，定電圧型アンプのメーカー発表特性の一部を**第6図**に出しておきます．周波数特性は，カーブ②を使いました．

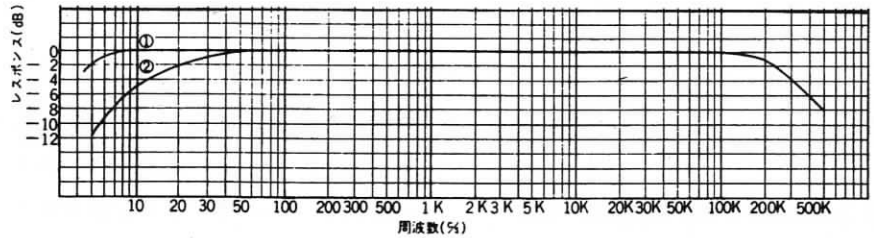
第7図～第9図を見てください．定電流型と同じ配列で，出力電圧に対する電流，その電流に対応する変位とマイク出力の波形です．

波形の違いの意味は？

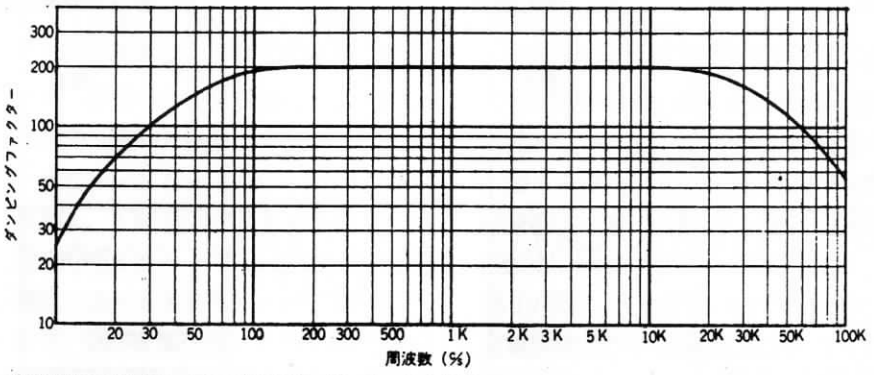
では定電圧型(B)の電流波形から読みとれる動作を考えてみましょう．バースト・スタート時，低内部抵抗のアンプですから，突入電流が流れ込みます．電流波形はほぼ直角に立ち上がっています．コーンが動き出すと，逆向きの起電力で電流が押さえられ，電流振幅が小さくなり，5波で突然信号がなくなります．しかしコーンは急には止まらない(!)と思いきや，電磁制動のおかげで，定電流型とは格段の相違を示しています．**第7図**の電流波形のα～β以降がそれを物語っています．音もそれに対応して消えてしまいます．ここが定電流型と定電圧型の決定的なデータ上の違いです．

あらためて**第5図～第7図**と比較して見てください．この実験では，アンプ両者の出力電流をほぼ等しく調整しました．定電圧型では，突入電流後の比較的振幅一定の期間をもって定電流型と合わせました．アンプの出力電力は，rmsで20 mW前後です．

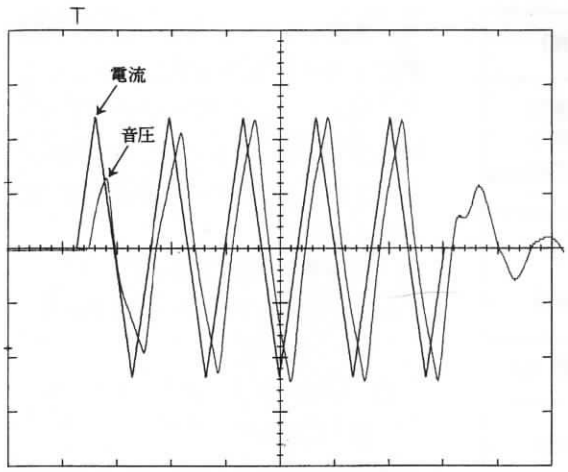
実験時の音圧はマイク位置16 cm



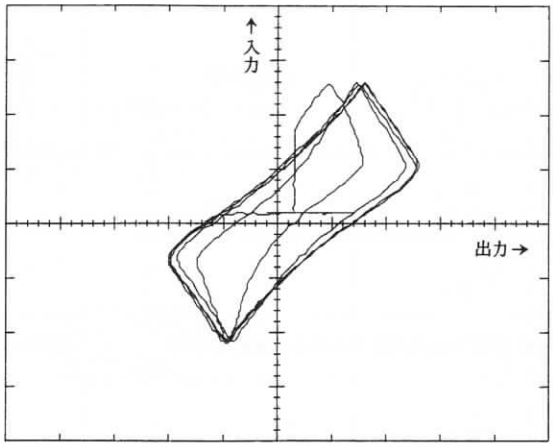
〈第6図 A〉定電圧アンプ（メーカー品）の周波特性．実験では②を使用



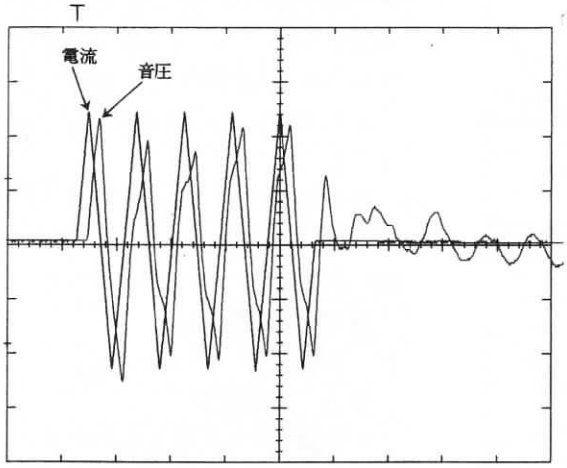
〈第6図 B〉定電圧・アンプのダピング・ファクタ特性



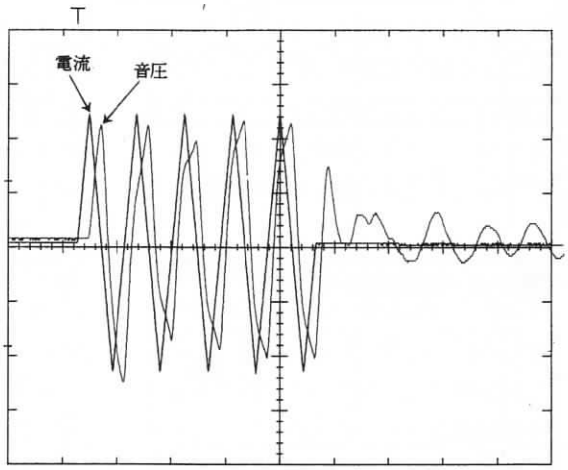
◀〈第25図〉
370 Hz 3角波入力の定電圧型アンプでの応答



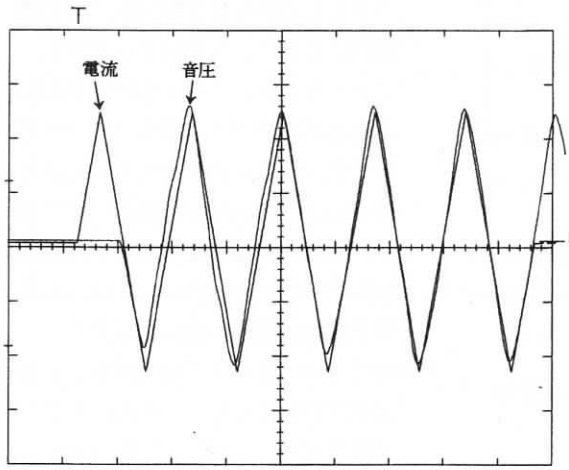
〈第26図〉▶
同上のリサジュー図



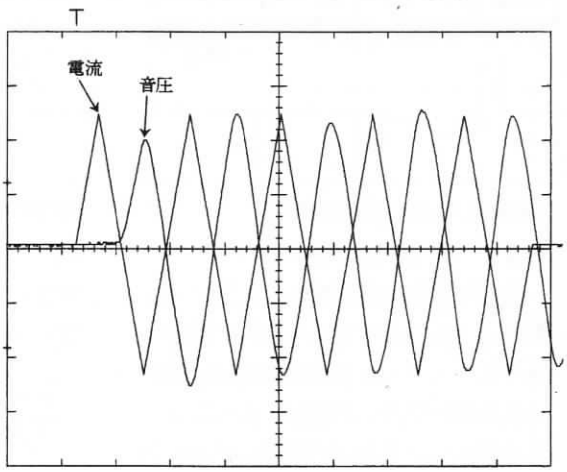
◀〈第27図〉
570 Hz入力の定電流型アンプでの応答



〈第28図〉▶
570 Hz入力の定電圧アンプでの応答



◀〈第29図〉
1190 Hz入力の定電流型アンプでの応答



〈第30図〉▶
1190 Hz入力の定電圧型アンプでの応答（スピーカを逆接続してある）

したことが挙げられます．最初の両者同程度のピーク音圧を得るのに，最初のピーク・パワーは約3倍違います．定電圧型のほうが大きい突入電流を流しているためです．

f_0 以上の周波数での違い

f_0 より高い周波数で，波数をふやしてその立ち上がりを見てみましょう．

立ち上がりの比較はマイク出力と入力信号の互いの傾斜を比較すればよいわけですが，サインの曲線を比較するのは容易ではありません．単純な直線で信号を表現するには，方形波か三角波がありますが，方形波は突入電流や直流分が実状に合わないので，ここでは三角波を使います．しかも三角波は高調波を少し含んでいますから，f特でのピークやディップをまたぐ効果があり，単独周波数での測定より実際に即していると思います．

何はともあれ，例として波形の直線出力が得られる周波数を探してみましょう．370 Hzがその例です．

第23図に，定電流型(A)について時間軸を重ねた入出力波形を示します．

ついでにこれをリサージュにしたものも**第24図**に挙げておきます．(B)についても同様のデータとりをしました．**第25, 26図**です．

リサージュは横軸がマイク出力，縦が入力です．とにかく四角い箱から飛びだしている線や内側でウロウロしている線が少ないほど，波形的には忠実度が高いといえます．5波が減衰していくような場合のデータを**第27～30図**に示します．この場合の(A)(B)の差を読みとるには，もっと別な方法を考えなければならないようです．